

PAT-NO: JP02001217198A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001217198 A  
TITLE: METHOD FOR FABRICATING SEMICONDUCTOR DEVICE  
PUBN-DATE: August 10, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YAMAMOTO, HIROHISA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A

APPL-NO: JP2000025564

APPL-DATE: February 2, 2000

INT-CL (IPC): H01L021/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for fabricating a semiconductor device comprising a step for heat treating a silicon wafer in which the wafer exposing silicon on the surface can be heat treated without generating micro dust particles.

SOLUTION: A wafer 38 having an exposed silicon part is carried into a lamp anneal processing chamber 32 having pressure reduced atmosphere (500 Torr) of inert gas (N<sub>2</sub>). The wafer 38 is subjected to lamp annealing (1050deg;C, 30 sec) in the pressure reduced atmosphere of inert gas.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-217198  
(P2001-217198A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 21/26

識別記号

F I  
H 0 1 L 21/26

テームコード\* (参考)  
F  
G

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-25564 (P2000-25564)

(22) 出願日 平成12年2月2日 (2000.2.2)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 山本 裕久

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100082175

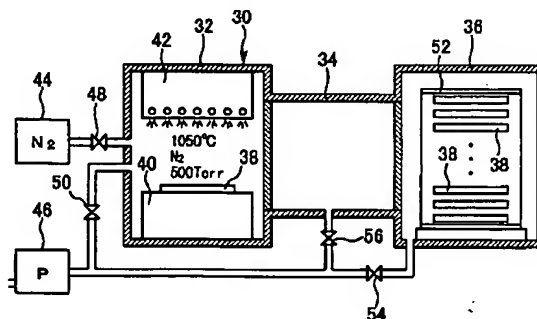
弁理士 高田 守 (外3名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明はシリコンウェハの熱処理工程を含む半導体装置の製造方法に関し、表面にシリコンが露出したウェハに、微少異物を発生させることなく熱処理を施すことを目的とする。

【解決手段】 シリコンの露出部を有するウェハ38を、ランプアニールの処理チャンバー32に搬入する。処理チャンバー32の雰囲気、不活性ガス (N<sub>2</sub>) の減圧雰囲気 (500Torr) とする。ウェハ38に、不活性ガスの減圧雰囲気中でランプアニールを施す (1050℃、30秒)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコンの露出部を有するウェハを、熱処理用の処理チャンバーに搬入するステップと、前記処理チャンバーの雰囲気、不活性ガスの減圧雰囲気をとするステップと、前記ウェハに、不活性ガスの減圧雰囲気中で熱処理を施すステップと、を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記減圧雰囲気の圧力は、750Torr以下であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記ウェハを前記処理チャンバーに搬入するステップは、所定の場所に保持されているウェハを、所定の搬送経路で自動搬送するステップを含み、前記所定の場所の雰囲気を減圧雰囲気とするステップと、前記搬送経路を減圧雰囲気とするステップとを更に含むことを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記不活性ガスは、窒素ガスを含むことを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記不活性ガスが、アルゴンガスを含むことを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記熱処理は、前記ウェハの急速昇温および急速降温を可能とする短時間熱処理装置により行われることを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法に係り、特に、シリコンウェハの熱処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の微細化が進むに伴って、近年では、半導体装置に施し得る熱処理の時間が短くなっている。このため、半導体装置の熱処理には、ランプアニールに代表される短時間熱処理(RTA: Rapid Thermal Annealing)が多用されつつある。RTAによれば、例えば1000℃を越える高温の熱処理を短時間だけ半導体装置に施すことで、半導体装置にダメージを与えることなく所望の熱処理効果を得ることができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、半導体装置に対する熱処理は、ウェハの表面にシリコンが露出した状態で行われることがある。例えば、トランジスタの形成工程では、ゲート絶縁膜の上にドーパントポリシリコン膜(D-Poly膜)とタングステンシリサイド膜(W-Si膜)との積層膜を含むゲート電極が形成された後に、D-Poly

膜やW-Si膜がゲート電極の側面に露出した状態で熱処理が行われることがある。

【0004】シリコンが表面に露出しているウェハに対してランプアニールによる1000℃以上の高温熱処理を加えた後、ウェハ表面の状態を検査したところ、ランプアニールの過程で、直径0.1μm程度の微少異物がウェハの表面に多数発生していることが判明した。このような微少異物は、半導体装置の微細化が更に進むことにより、半導体装置の不良原因となる。

【0005】本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、表面にシリコンが露出したウェハを、微少異物を発生させることなく熱処理するための製造方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、熱処理工程を含む半導体装置の製造方法であって、シリコンの露出部を有するウェハを、熱処理用の処理チャンバーに搬入するステップと、前記処理チャンバーの雰囲気、不活性ガスの減圧雰囲気をとするステップと、前記ウェハに、不活性ガスの減圧雰囲気中で熱処理を施すステップと、を含むことを特徴とするものである。

【0007】請求項2記載の発明は、請求項1記載の半導体装置の製造方法であって、前記減圧雰囲気の圧力は、750Torr以下であることを特徴とするものである。

【0008】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の半導体装置の製造方法であって、前記ウェハを前記処理チャンバーに搬入するステップは、所定の場所に保持されているウェハを、所定の搬送経路で自動搬送するステップを含み、前記所定の場所の雰囲気を減圧雰囲気とするステップと、前記搬送経路を減圧雰囲気とするステップとを更に含むことを特徴とするものである。

【0009】請求項4記載の発明は、請求項1乃至3の何れか1項記載の半導体装置の製造方法であって、前記不活性ガスは、窒素ガスを含むことを特徴とするものである。

【0010】請求項5記載の発明は、請求項1乃至3の何れか1項記載の半導体装置の製造方法であって、前記不活性ガスが、アルゴンガスを含むことを特徴とするものである。

【0011】請求項6記載の発明は、請求項1乃至5の何れか1項記載の半導体装置の製造方法であって、前記熱処理は、前記ウェハの急速昇温および急速降温を可能とする短時間熱処理装置により行われることを特徴とするものである。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【0013】実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1において熱処理の対象とされるウェハの断面図であり、トランジスタの形成過程の一状態を示す。トランジスタの形成過程では、先ず、シリコン基板10に分離領域(STI: Shallow Trench Isolation) 12が形成される。次いで、シリコン基板10の全面に、ゲート酸化膜14、D-Poly膜16、W-Si膜18、およびTEOS酸化膜20が順次形成される。写真製版とエッチングとによりこれらの積層膜がパターニングされることにより、図1に示すように、STI 12に囲まれた活性領域にゲート電極

22が形成される。  
【0014】トランジスタの形成過程では、ゲート電極22のパターニングが終了した後に、不純物の活性化などを目的とする熱処理が行われることがある。この場合、その熱処理は、ゲート電極22の側面にD-Poly膜16の側面とW-Si膜18の側面とが露出した状態で、つまり、ゲート電極22の側面にシリコンが露出した状態で行われる。

【0015】図2は、図1に示すウェハに対して、一般的なランプアニールを施した場合に生ずる現象を説明するための図である。ここで、ランプアニールの条件は、例えば、アニール温度が1050℃、アニール時間が30秒とする。また、上記のアニールは、N<sub>2</sub>雰囲気中の処理チャンバー内で行われるものとする。

【0016】上記の条件でランプアニールが実行されると、処理チャンバー内に僅かに残っている残留酸素がゲート電極の側面に露出しているシリコンと反応し、その結果エッチングされたシリコンが、SiOという形態で昇華することが知られている。上記の現象は、例えば、"Reaction of Oxygen with Si (111) and (100): Critical Condition for the Growth of SiO<sub>2</sub>" / J. Electrochem. Soc.: Solid-State and Technologyに開示されている。シリコンの露出したウェハがランプアニールにより処理されると、このようにして生じたSiOがウェハの表面に付着して、図2に示すように、シリコン系の微少異物24が形成される。

【0017】微少異物24の発生を抑えるためには、ウェハを収納する処理チャンバー内の残留酸素を減らすことが有効である。処理チャンバー内の残留酸素は、N<sub>2</sub>ガスによる浄化(パージ)を十分に行うことで減らすことができる。しかし、N<sub>2</sub>パージを長期化させると、熱処理装置の処理能力が低下する。また、処理チャンバー内にはウェハ自体によっても多量の水分が持ち込まれる。このため、現実的には、N<sub>2</sub>パージによって処理チャンバー内の残留酸素を無くすことは難しい。

【0018】そこで、本実施形態では、従来は大気圧で行われていたN<sub>2</sub>雰囲気中のアニール処理を、減圧雰囲気中で実行するようにした。処理チャンバー内の圧力を下げることによれば、その中に残留する酸素の量を短時間で効率的に減少させることができる。従って、本実施

形態の製造方法によれば、アニールの過程で発生するSiOガスの量を抑制して、微少異物24の発生を抑制することができる。

【0019】図3は、本実施形態の製造方法において用いられる熱処理装置30である。熱処理装置30は、処理チャンバー32、搬送チャンバー34、およびステージチャンバー36を備えている。それらのチャンバーは開閉可能なシャッター等(図示せず)で仕切られており、シャッターを開けることにより、隣接するチャンバー間でウェハ38の受け渡しを行うことができる。

【0020】処理チャンバー32は、テーブル40上のウェハ38を急速昇温し、また、急速降温させることのできる枚葉式のRTA装置である。処理チャンバー32の内部には、ウェハ38の全体を均等に加熱することのできるRTA処理用ランプ加熱器42が配置されている。また、処理チャンバー32には、N<sub>2</sub>ガス供給ユニット44と減圧ポンプ46とが、それぞれ制御弁48、50を介して連通している。

【0021】ステージチャンバー36には、複数のウェハ38を保持するウェハカセット52が収容される。ウェハカセット52に保持されているウェハ38は、図示しない搬送アームなどにより、搬送チャンバー34を通過して処理チャンバー30に搬送される。また、処理チャンバー30の中で熱処理の施されたウェハ38は、搬送チャンバー34を通過してウェハカセット52の中に戻される。本実施形態において、ステージチャンバー36および搬送チャンバー34には、それぞれ制御弁54、56を介して減圧ポンプ46が連通している。

【0022】熱処理装置30では、処理チャンバー32の内部にウェハ38が搬入された後、処理温度1050℃、N<sub>2</sub>雰囲気、圧力500Torrの条件で、30秒のランプアニールが行われる。処理チャンバー32の圧力を上記の如く減圧することによれば、その内部の残留酸素を効率良く排出して、アニールの過程でSiがエッチングされるのを、すなわち、SiOガスが発生するのを有効に防止することができる。また、減圧ポンプ46による減圧を行いながらアニールを行うことによれば、処理チャンバー32内で発生したSiOガスを、効率良くその外部に排出することができる。従って、本実施形態の製造方法によれば、ランプアニールの過程でウェハ38の表面に微少異物24が形成されるのを有効に抑制することができる。

【0023】図4は、本実施形態の製造方法の効果を確認するための行った検証実験の手順を表すフローチャートである。検証実験では、ランプアニールの対象をベアウェハ、すなわち、全面にシリコンが露出したウェハとし、処理チャンバー32にベアウェハを搬入した(ステップ100)。次に、ベアウェハに対して、実施の形態1の条件(1050℃、N<sub>2</sub>雰囲気、500Torr、30秒)でランプアニールを施した(ステップ102)。

【0024】シリコンと残留酸素との反応に起因して生成される微少異物24は、直径が約0.1 $\mu$ mと小さい。このため、微少異物24の存在を直接検出することは必ずしも容易ではない。このため、上記の検証実験では、微少異物24を拡大するために、ランプアニールの後にプラズマ窒化膜の堆積処理を実行した(ステップ104)。

【0025】その後、ベアウェハの表面に付着している異物の数を測定した(ステップ106)。その測定結果より、従来のランプアニール、すなわち、大気圧下でのランプアニールでは数千個～数万個発生していた微少異物24が、本実施形態のランプアニールでは、数十個に減少することが確認された。また、この効果は、ランプアニール時の圧力が5Torr～750Torrの範囲内である場合に、実施の形態1の条件が用いられる場合とほぼ同様に得られることが確認できた。

【0026】ところで、図3に示すように、本実施形態で用いられる熱処理装置30は、処理チャンバー32の内圧を下げることで共に、搬送チャンバー34の内圧、およびステージチャンバー36の内圧も下げることができる。処理チャンバー32の減圧と共に、搬送チャンバー34やステージチャンバー36の減圧を行うと、ウェハ38自体による水分の持ち込みを抑制して、処理チャンバー32内の残留酸素量を更に抑制することができる。従って、処理チャンバー32の減圧と共に搬送チャンバー34やステージチャンバー36の減圧を行うことは、微少異物24の発生を抑制するうえで有効である。

【0027】また、上述した実施の形態1では、ウェハ38のランプアニールを、N<sub>2</sub>の減圧雰囲気中で行うこととしているが、ランプアニールの実行雰囲気はこれに限定されるものではない。例えば、ランプアニールの実行雰囲気は、Arなどの不活性ガスの減圧雰囲気としてもよい。

【0028】

【発明の効果】この発明は以上説明したように構成され

ているので、以下に示すような効果を奏する。請求項1、2、4または5記載の発明によれば、処理チャンバー内の残留酸素を不活性ガスの減圧雰囲気中として、処理チャンバー内の残留酸素を効率的に減少させることができる。このため、本発明によれば、熱処理に伴うSiO<sub>2</sub>ガスの発生量を抑制して、ウェハ表面に形成される微少異物の発生量を有効に抑制することができる。

【0029】請求項3記載の発明によれば、処理チャンバー内の圧力が750Torr以下とされるため、熱処理の過程で微少異物が生ずるのを、有効に防止することができる。

【0030】請求項6記載の発明によれば、ウェハの熱処理が短時間熱処理装置(RTA装置)により行われるため、短時間で、効率良くウェハの熱処理を完了させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1で熱処理の対象とされるウェハの断面図である。

【図2】 図1に示すウェハに対して、一般的なランプアニールが施された場合に生ずる現象を説明するための図である。

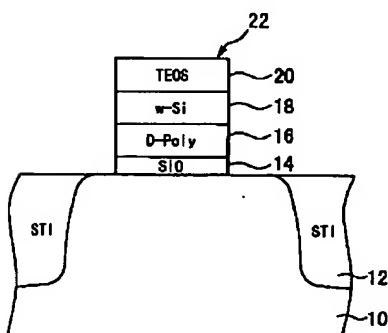
【図3】 本発明の実施の形態1で用いられる熱処理装置の概念図である。

【図4】 本発明の実施の形態1の製造方法の効果を確認するための行った検証実験の手順を説明するためのフローチャートである。

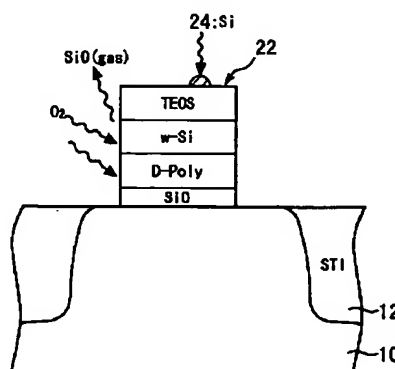
【符号の説明】

10 シリコン基板、 12 分離領域、 14 ゲート酸化膜、 16 ドープトポリシリコン膜、 18 タングステンシリサイド膜、 20 TEOS酸化膜、 22 ゲート電極、 24 微少異物、 30 熱処理装置、 32 処理チャンバー、 34 搬送チャンバー、 36 ステージチャンバー、 38 ウェハ、 42 RTA処理用ランプ加熱器、 44 N<sub>2</sub>ガス供給ユニット、 46 減圧ポンプ。

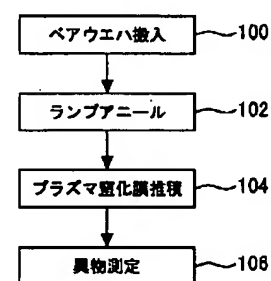
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

